

CAPIRE LE SPECIFICHE TECNICHE DI UNA TURBINA MINIEOLICA

Nel momento di una scelta di una turbina vi troverete di fronte ad una brochure che ne descrive le caratteristiche, e nella maggior parte di casi saranno le seguenti:

MODELLO

Il nome della turbina in questione spesso contiene un numero, non sempre relazionato ad una delle specifiche. A volte un rapporto, ad esempio 20/50 significa che il rotore è del diametro di 20 metri ed il generatore della potenza di 50 kW.

PRODUTTORE

Alcuni sono sul mercato da decenni mentre altri non hanno ancora una turbina commerciale nonostante anni di pubblicità.

PREZZO

Alcune turbine sono vendute così come sono, con tutta una serie opzionale di controlli; altre sono vendute in pacchetti chiavi in mano. Il confronto dei prezzi è difficile, ma con una accurata ricerca si possono paragonare i prezzi per ciò di cui si ha bisogno.

DIAMETRO DEL ROTORE

Misurato in metri, il diametro del rotore è la grandezza del cerchio descritto dalla rotazione delle pale, misurato da una all'altra parte. Gli esperti concordano sul fatto che questo parametro sia un importante criterio per valutare la produttività attesa di una turbina. L'energia catturata, in buona approssimazione, è proporzionale al quadrato del diametro (per la precisione all'area spazzata). Questa specifica può fornire più informazioni rispetto alla potenza nominale. Un rotore più largo significa infatti più energia raccolta assumendo che la macchina sia ragionevolmente efficiente.

PRODUZIONE SU UN SITO A 5 m/s

Per paragonare una turbina all'altra buona pratica può essere vedere quanto queste producono per un periodo di tempo su di un sito tipico. La produzione varierà di anno in anno e le stime che fanno i produttori di solito sono leggermente più alte, e corrispondono al valore di una stima a lungo termine. Il valore indicato infatti è vicino a quella che sarà la media delle produzioni per un periodo di almeno 10 anni.

CURVA DI POTENZA

La curva di potenza di una turbina eolica è il grafico generato dai punti che mostrano la potenza in uscita per ogni velocità del vento. Questo grafico è una elaborazione statistica delle registrazioni sul campo in siti di test ove è installata una torre anemometrica ad una distanza ragionevolmente vicina alla turbina eolica.

Essendo questa curva lo strumento che ci permette di stimare la performance di una turbina eolica, per essere sicuri della sua attendibilità c'è bisogno che lo studio di test venga effettuato da un ente indipendente diverso dal costruttore della turbina stessa. Purtroppo però le curve di potenza non sempre sono sottoposte a test indipendenti e molte volte infatti sono più vicine alla fantasia che alla realtà mostrando performance che superano il massimo possibile in teoria.

Nello specifico una curva di potenza si presenterà così come disegnata nella pagina seguente.

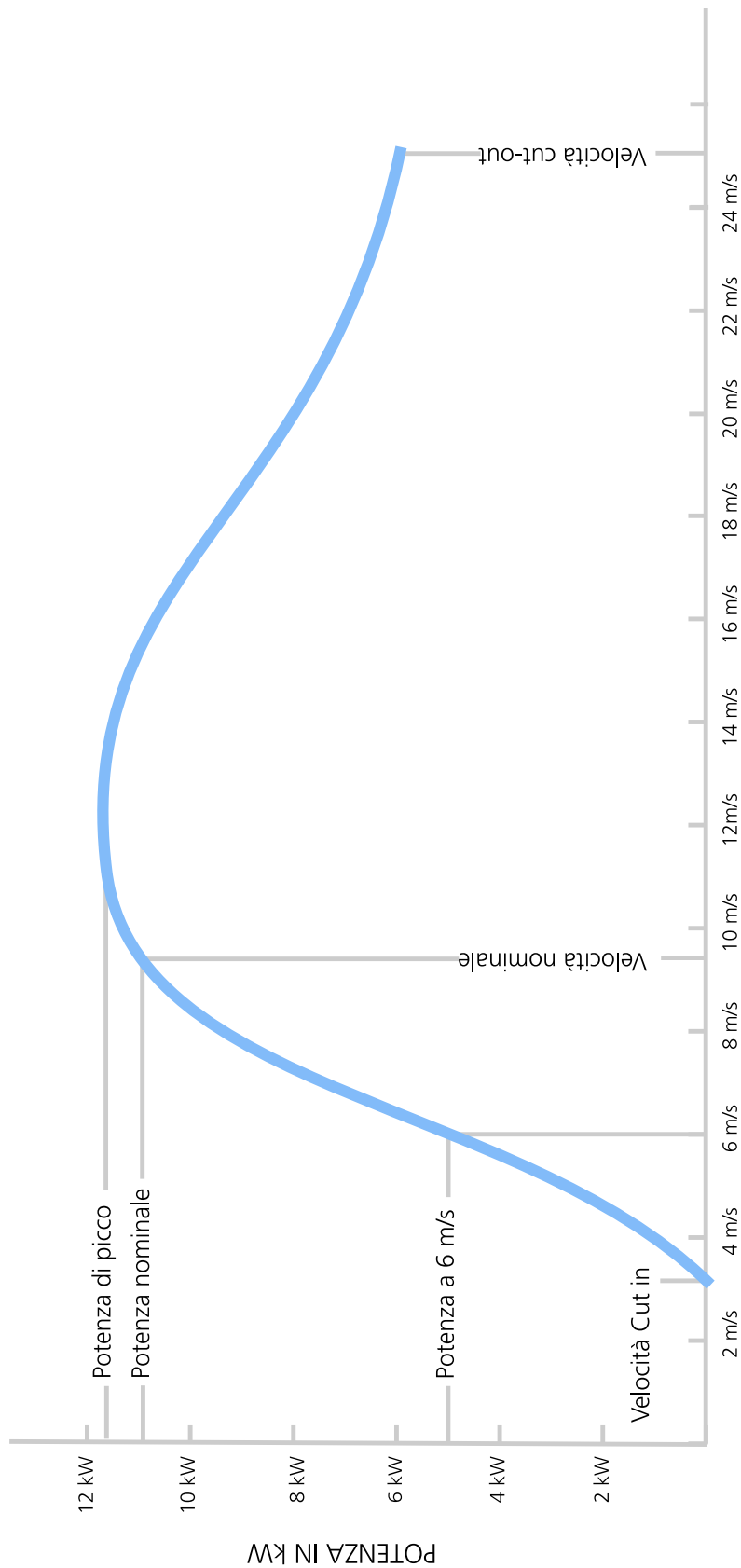
Velocità Cut-in è la velocità del vento minima misurata in m/s a cui la turbina inizia a produrre energia. Se il vento ha una velocità inferiore a questa il rotore potrebbe anche muoversi, ma il voltaggio non sarà sufficiente. Buona cosa è che questa velocità sia la più bassa possibile, ciò significa che farete affari per più tempo, infatti anche una piccola quantità di energia in più è meglio che niente. Nella maggior parte dei casi la velocità di cut-in è di circa 3 m/s, da velocità del vento inferiori è difficile produrre energia.

Velocità Cut-out è la massima velocità del vento in cui opera la turbina. A seconda della tecnologia superata questa velocità la turbina eolica si mette in sicurezza.

Potenza a 6 m/s Può risultare estremamente interessante paragonare una turbina all'altra tramite questo valore. Fare ciò ci permette di mettere tutte le turbine sullo stesso livello e valutarne l'efficienza.

Velocità del vento nominale è la velocità a cui la turbina raggiunge la sua potenza nominale (di targa). Di solito questo valore è compreso tra i 10 ed i 15 m/s. Più questa è bassa, più ore l'anno la macchina lavorerà alla sua potenza nominale. Velocità del vento nominale molto alte sono uno svantaggio se la velocità del vento nel sito non sono sufficientemente sostenute. Piccole turbine con velocità del vento nominale alta produrranno potenze alte rispetto alla loro taglia, macchine invece più grandi con velocità del vento nominale più bassa produrranno molta energia in relazione alla loro potenza e la produzione sarà meno variabile.

Potenza nominale Espressa in kiloWatts (kW), è la quantità di energia prodotta l'ora in condizioni del vento ideali (vedi Velocità del vento nominale). E' il parametro più diffuso per identificare le turbine eoliche ma non ci è molto d'aiuto per capire quanta energia produce una turbina. La potenza nominale è infatti la potenza che raggiunge la turbina ad una velocità vicina a quella in cui la turbina inizia ad andare in sicurezza ed a limitare l'output.



VELOCITA' DEL VENTO IN m/s (metri al secondo) e IN SCALA BEAUFORT

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|--|---|---|---|
| Si inizia a percepire il vento sul viso | Foglie e rametti costantemente agitati. Il vento dispiega le bandiere | I piccoli rami si agitano. La polvere ed i fogli si sollevano | Oscillano gli arbusti piccoli. Onde sulle acque interne | I grandi rami si agitano. I fili elettrici sibilano. Diventa difficile servirsi di un ombrello. | Il vento agita interi alberi. Diventa difficoltoso camminare contro vento. | Il vento rompe i rami secchi dagli alberi. Diventa difficile camminare. | Il vento può produrre leggeri danni ai fabbricati (grondaie, tegole, camini). | Gli alberi vengono sradicati e si provocano notevoli danni ai fabbricati. |
|---|---|---|---|---|--|---|---|---|

Potenza di picco è la massima potenza che la turbina può generare. E' utile conoscerla per progettare l'impianto ed i cavi in piena sicurezza. A volte, se il sistema di controllo è approssimativo, questa potenza è molto al di sopra della potenza nominale. Spesso c'è confusione sulla vera e propria definizione della potenza di picco in quanto nei casi reali questa varia a volte di macchina in macchina, di sito in sito. Potenze molto alte sono eccitanti, ma non sempre convenienti, capitano di rado con venti estremamente alti. Potenze più stabili sono più utili.

Numero di giri (RPM) nominale Questa è la velocità di rotazione del mozzo a cui è raggiunta la potenza nominale. RPM alti permettono la costruzione di generatori leggeri ma possono causare altri problemi. Quando la punta delle pale si muove molto velocemente si genera più rumore e c'è maggiore logorio.

TIPO DI GENERATORE

Esistono due "scuole di pensiero" sul tipo di generatore elettrico da utilizzare in una turbina eolica. La prima, conosciuta come "**design danese**", vede l'utilizzo di una **macchina asincrona** che per determinati valori di scorrimento lavora da generatore di potenza attiva. Il principale vantaggio di questa installazione risiede nella costanza della frequenza dettata dalla rete elettrica indipendentemente dalla velocità di rotazione delle pale. Essendo la rotazione delle pale estremamente lenta

(50-60 rpm) rispetto a quella necessaria a superare il sincronismo dettato dalla rete, questo design prevede l'interposizione tra il rotore ed il generatore un moltiplicatore di giri. La seconda soluzione prevede un **generatore sincrono** spesso **PMG ovvero a magneti permanenti**, che si trova però a

generare a frequenza del tutto variabile, al variare del vento. A ciò sopperisce un inverter, che provvede a raddrizzare in ingresso la grandezza a frequenza variabile, trasformandola in continua e operando una nuova riconversione da continua in alternata a frequenza di rete.

Un **generatore asincrono** non è altro che un comune motore elettrico se collegato alla rete può fungere da generatore imprimendo una forza e facendolo girare al contrario.

Un **generatore sincrono** è un po' più complesso, contiene dei magneti e lavora a velocità variabile. E' più delicato e richiede un inverter elettronico per dare alla rete elettrica corrente in rete.

STRATEGIA DI CONTROLLO

Le turbine eoliche sono progettate per produrre energia elettrica nella maniera più economica possibile. Per questo motivo queste sono genericamente progettate per generare la massima potenza massimo alla velocità del vento di 15 m/s. Non è conveniente infatti progettare turbine che massimizzino il proprio output a velocità superiori, perché venti così forti sono estremamente rari. Comunque, nel caso di venti forti è necessario gettar via parte dell'energia per evitare che le turbine si danneggino. Ogni turbina utilizzerà una sua "strategia di controllo" per far fronte a questa esigenza. Ci sono tre diversi approcci al controllo di potenza:

- ▶ Stallo
- ▶ Pitch
- ▶ Stallo attivo

Una turbina dal **controllo di stallo** ha le pale imbullonate al mozzo ad un angolo fisso. E' utilizzato il fenomeno dello stallo per limitare la potenza in uscita quando la velocità del vento è troppo alta. Ciò è ottenuto tramite un design dell'aerodinamica del rotore tale che superate determinate velocità del vento ritenute critiche avvenga una separazione del flusso sul lato sottovento di ogni pala. Il controllo di stallo prevede un corretto trimming delle pale del rotore ed un settaggio corretto dell'angolo delle pale sul piano di rotazione.

Le turbine con **controllo di pitch** hanno invece le pale che possono essere inclinate fuori vento fino a che la corda della pala sia parallela alla direzione del vento. La potenza in uscita è costantemente monitorata e quando diventa troppo alta le pale vengono inclinate leggermente fuori vento per ridurre la potenza in uscita. Queste verranno poi inclinate nella posizione originaria non appena il vento cala. Il controllo di pitch richiede un design tale da assicurare che le pale siano posizionate momento per momento in modo tale da ottimizzare la produzione a tutte le velocità del vento. Ad oggi, questa configurazione è utilizzata solo accoppiata a generatori sincroni a passo variabile.

Le turbine con **controllo di stallo attivo** sono riconducibili a quelle a controllo di pitch in quanto hanno le pale che possono essere inclinate nella posizione desiderata momento per momento. A basse velocità del vento queste operano esattamente nello stesso modo delle precedenti; quando invece vengono raggiunte le velocità critiche, queste inclinano le pale nella direzione opposta, forzandole a stallare.

ORIENTAMENTO

Le turbine convenzionali, dette "ad asse orizzontale", possono seguire due diverse strategie di controllo: Sopravvento e sottovento.

Le turbine che si orientano **sopravvento** sono quelle più diffuse, e tramite diversi sistemi posizionano di momento in momento il piano di rotazione in modo che sia perpendicolare alla direzione del vento e per fare ciò viene utilizzato di solito un meccanismo di imbardata. Questo se passivo prevede una "coda" tale che sia il vento stesso a mantenere la turbina nella sua posizione, se attivo invece prevede dei motori controllati da un computer. Degli anemometri monitorano la direzione del vento ed il computer in base ai dati registrati decide come orientare la turbina.

Le turbine **sottovento** hanno invece il rotore posizionato sul retro, in modo che le pale stesse facciano da timone e si orientino autonomamente in maniera passiva. Per garantire ciò le pale sono più flessibili e leggermente inclinate in modo che il rotore formi un cono quasi impercettibile.

NUMERO DI PALE

Il numero di pale dipende dalla velocità nominale della punta delle pale (rated tip speed). Rotori composti da due pale possono ruotare più velocemente di quelli che ne hanno tre. Ciò permette al produttore di utilizzare un generatore più leggero e quindi più economico. Gli ingegneri moderni evitano poi la costruzione di turbine con un numero maggiore di tre pale. Il motivo più importante è la necessità di garantire la stabilità della turbina. Un rotore con un numero dispari di pale può essere considerato alla stregua di un disco nel calcolo delle proprietà dinamiche della macchina. Un rotore invece con un numero pari di pale può causare problemi di stabilità in macchine di taglia medio grande, specialmente su strutture rigide e torri tubolari. Il motivo è che si crea un forte momento quando la pala superiore è al vento, mentre quella inferiore risente dell'effetto dell'ombra della torre (indipendentemente che si trovi sopravvento o sottovento).

MATERIALE DELLE PALE

Il materiale più diffuso nella realizzazione delle pale è la vetroresina poliestere rinforzata (GRP Glass reinforced polyester, o brevemente "fiberglass"). Alcuni design un po' più obsoleti utilizzano un'anima di legno, mentre alcune nuove turbine, di solito molto piccole, utilizzano fibra di carbonio.